

**PLC-TF1****DE100 48 348 C2****Method for the system synchronisation of PLC Systems**

Method for the system synchronisation of PLC Systems in such a way, that the PLC devices belonging to the PLC System initialize themselves in such a way, that thereafter a data transfer is possible between the devices,

characterized in that

to complete at least the initial phase of the synchronization of a device participating in the synchronization of the PLC System, a transmission mode is switched in, in which PLC signals are generated on the associated power supply lines in an asynchronous manner and that, at the latest after performing the synchronization of the PLC System, an asymmetric transmission mode is set on the device to be synchronised.

**PLC-TF 1: TB 12: TG 13: Document A17**

**DE 100 48 348 C2**

**Priority Date: 28.09.2000**

**Method for the system synchronisation of PLC Systems**

**Independent Claim:** (Translated from the German in DE 100 48 348 C2)

Method for the system synchronisation of PLC systems in such a way, that the PLC devices belonging to the PLC system initialise each other in such a way, that thereafter a data transfer is possible between the devices,

characterised in that

to complete at least the initial phase of the synchronisation of a device participating in the synchronisation of the PLC system, a transmission mode is switched in, in which PLC signals are generated on the associated power supply lines in an asynchronous manner and that, at the latest after performing the synchronisation of the PLC system, an asymmetric transmission mode is set on the devices to be synchronised.



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 100 48 348 C 2**

⑥ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 04 L 7/10**  
H 04 L 5/06  
H 04 B 3/54

⑰ Aktenzeichen: 100 48 348.8-42  
⑱ Anmeldetag: 28. 9. 2000  
⑳ Offenlegungstag: 18. 4. 2002  
㉔ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 28. 11. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑬ **Patentinhaber:**  
Siemens AG, 80333 München, DE

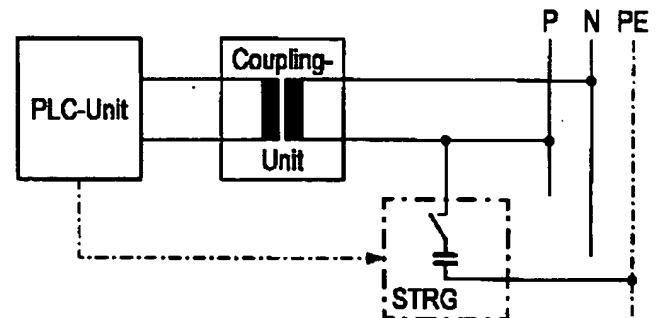
⑰ **Erfinder:**  
Bienek, Bernd, 46395 Bocholt, DE; Groeting,  
Wolfgang, 46354 Südlohn, DE; Kern, Ralf, 46399  
Bocholt, DE; Troks, Werner, 49549 Ladbergen, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:**

DE 197 04 013 A1  
DE 43 28 523 A1

④ **Verfahren zur Systemsynchronisation von PLC-Systemen**

⑤⑦ Verfahren zur Systemsynchronisation von PLC-Systemen in der Weise, dass sich die einem zu synchronisierenden PLC-System angehörenden PLC-Geräte soweit gegenseitig initialisieren, dass nachfolgend ein Datenaustausch zwischen den betreffenden PLC-Geräten durchführbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung zumindest der Startphase der Synchronisation von den an einem zu synchronisierenden PLC-System beteiligten PLC-Geräten ein Übertragungsmodus eingeschaltet wird, in dem in einer asymmetrischen Weise auf den Netzleitungen des zugehörigen Stromversorgungssystems PLC-Signal generiert werden und dass spätestens nach der Durchführung der Synchronisation des PLC-Systems von den an dem zu synchronisierenden PLC-System beteiligten PLC-Geräten ein symmetrischer Übertragungsmodus eingestellt wird.



DE 100 48 348 C 2

DE 100 48 348 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur System-synchronisation von PLC-Systemen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die hochbitratige Datenkommunikation über die Stromversorgungs-Netzleitungen von elektrischen Geräten, die sogenannte Powerline Communication (PLC), ist in Abhängigkeit von Kanalqualitäten in dem für die Kanäle vorgesehenen Frequenzbereichen, das sind für einen sogenannten Access-Bereich der Frequenzbereich von 2,2 MHz bis 9,4 MHz und für einen sogenannten Inhouse-Bereich der Frequenzbereich von 10,5 MHz bis 24 MHz, mitunter sehr schwierig bis gar nicht möglich. Einige der Gründe dafür sind frequenzselektive Einkoppelimpedanzen, Leitungsdämpfungen und Funkstörungen, die auf die Leitungen einwirken.

[0003] Bedingt durch die typischen Längen der Verkabelung eines Gebäudes bildet die Verkabelung des Gebäudes in einer guten Näherung ein Antennen-Array, das Signale von außen auffangen und nach außen abstrahlen kann. Gemäß bestehender EMV-Vorschriften, d. h. Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), darf die Abstrahlleistung ein vorgegebenes Maß nicht überschreiten. Die Bestrebungen gehen heute dahin, die Abstrahlleistung von Verkabelungen möglichst gering zu halten.

[0004] Eine der Maßnahmen zur Minimierung der Abstrahlleistung bei der Powerline Communication ist, die Signale von PLC-Geräten symmetrisch mit einer gegenseitigen Phasenverschiebung von 180 Grad auf den einzelnen Netzleitungen des Stromversorgungssystems, das heißt auf der Phase führenden Netzleitung und der Rückleitung, zu übertragen. In diesem Fall entsteht zwischen den betroffenen Netzleitungen ein Common-mode-Strom der Größe null. Ein Common-mode-Strom mit einer Größe von ungleich null führt zu einer unerwünschten, entsprechend großen Abstrahlung von dem Netzleitungssystem. Zwar wird ein Netzleitungssystem nie vollständig strahlungsfrei sein, weil mit zunehmender Entfernung von den PLC-Geräten eine Phasenverschiebung der Signale zwischen den Netzleitungen nie ganz ausgeschlossen werden kann, mit der Methode der symmetrischen Einkopplung der PLC-Signale wird aber dieser Effekt minimal gehalten. Die EMV-technischen Vorgaben können so jedenfalls eingehalten werden.

[0005] Die symmetrische Einkopplung der PLC-Signale von PLC-Geräten in das Stromversorgungsnetz bewirkt, dass das Stromversorgungsnetz für diese Signale eine Dämpfung entgegenbringt, durch die die Abstrahlleistung des Stromversorgungsnetzes in Bezug auf diese Signale reduziert wird. Die Dämpfung hat aber auch den Nachteil, dass sie in manchen Fällen so groß ist, dass sich am Netzleitungssystem angeschlossene PLC-Geräte nicht mehr gegenseitig initialisieren können, weil ihre Signale die anderen PLC-Geräte nicht mehr erreichen. Dieses Problem ist allgemein unter dem Begriff "versteckter Knoten" (hidden node) bekannt.

[0006] Die Startphase einer Kommunikation zwischen kommunikationswilligen PLC-Geräten ist die kritischste Phase während der ganzen Kommunikation. Erkennen sich die PLC-Geräte hier schon nicht gegenseitig, kommt eine Kommunikationsverbindung zwischen den PLC-Geräten von Anfang an nicht zu stande. Die Kommunikation ist dann von Beginn an schon gescheitert. Auf der anderen Seite ist es so, dass wenn sich die PLC-Geräte am Anfang wenigstens gegenseitig erkennen, können sie im Weiteren die Qualität ihres Kommunikationskanals überprüfen und in Abhängigkeit vom Ergebnis dieser Überprüfung entsprechend robuste Übertragungsverfahren für die weitere Kom-

munikation verwenden. Der Kommunikationsvorgang ist dann nicht von Anfang an gescheitert, sondern es kommt noch eine erfolgreiche Kommunikation zustande.

[0007] Aus der DE 197 04 018 A1 ist ein Verfahren zur Systemsynchronisation von PLC-Systemen bekannt, bei dem sich die PLC-Geräte soweit gegenseitig initialisieren, dass nachfolgend ein Datenaustausch zwischen den betreffenden PLC-Geräten durchführbar ist. Hierbei werden die Kommunikationssignale in die Netzleitung über eine nicht weiter spezifizierte HF-Netzeinkopplung eingekoppelt.

[0008] Aus der DE 43 28 523 A1 ist weiterhin eine Vorrichtung zum Einkoppeln von PLC-Signalen bekannt, bei dem die PLC-Signale in Abhängigkeit von der Übertragungsqualität der Netzleitung des Stromversorgungssystems von einem aktuellen Übertragungskanal auf einen zweiten Übertragungskanal umgestaltet wird. Die Kommunikation zwischen den PLC-Systemen erfolgt hierbei ausschließlich in asymmetrischer Übertragungsweise.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das eine hohe Erkennungssicherheit in der Startphase von PLC-Verbindungen gewährleistet.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gelöst, das die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Verfahrensschritte aufweist.

[0011] Danach werden zumindest in der Startphase eines PLC-Verbindungsaufbaus bzw. in der entsprechenden Synchronisationsphase die PLC-Signale von PLC-Geräten nicht symmetrisch sondern in asymmetrischer Weise eingekoppelt, um dadurch Dämpfungsverluste für die Signalübertragung durch zum Beispiel verschiedene Phasen innerhalb eines Gebäudes zu verringern. Spätestens nach der Synchronisation des PLC-Systems wird von den an dem zu synchronisierenden PLC-System beteiligten PLC-Geräten ein symmetrischer Übertragungsmodus eingestellt. Durch die asymmetrische Einkopplung der PLC-Signale kommt es zu einer bewussten Abstrahlung der PLC-Signale von den Netzleitungen des zugehörigen Stromversorgungssystems. Die PLC-Signale werden dabei zum Teil an einer ersten Stelle des Netzleitungssystems in die Luft ausgekoppelt und an einer zweiten Stelle aus der Luft wieder in das Netzleitungssystem eingekoppelt. Die PLC-Signale werden dadurch in dieser Phase nicht allein durch die Leitungen übertragen, sondern zum Teil auch über die Luft. Für zwei Kommunikationsgeräte bedeutet dies, dass die Impedanz ihrer Signalübertragungsstrecke reduziert ist. Dadurch kommen stärkere Signale an den betreffenden Geräten an. Die Erkennungswahrscheinlichkeit ist dadurch erhöht. Haben sich PLC-Geräte einmal erkannt, können sie sich über eine weitere geeignete Signalübertragungsart einigen, die beispielsweise auf einer symmetrischen Einkopplung in das System beruht und ansonsten robust gegenüber schwierigen Signalübertragungsverbindungen. Erkennen sich die betreffenden PLC-Geräte, können sie in einen definierten Zustand schalten. Erkennen sich die PLC-Geräte trotz der asymmetrischen Einkopplung ihrer PLC-Signale nicht, können sie ebenfalls in einen definierten Zustand schalten. Das angesprochene PLC-Gerät ist dann nicht vorhanden und eine Verbindung ist grundsätzlich nicht möglich. Anstehende Arbeiten können dann von den PLC-Geräten schnellstmöglich wieder aufgenommen werden.

[0012] Es ist zwar in der Startphase einer Kommunikation zwischen betreffenden PLC-Geräten auf Grund dieser Vorgehensweise möglich, dass EMV-technisch festgelegte Abstrahlwerte überschritten werden. Dieser Umstand kann aber akzeptiert werden, weil dieses Überschreiten nur einmal am Anfang eines Verbindungsaufbaus und dann auch nur kurzzeitig auftritt. Der Vorteil aber ist, dass viel schnell-

ler eine Entscheidung darüber getroffen werden kann, ob ein gewünschtes Partnergerät vorhanden ist oder nicht bzw. dass ein gewünschtes Partner-Gerät initialisiert werden kann, das ansonsten auf Grund von ungünstigeren Dämpfungsfaktoren nicht mehr erkannt worden wäre.

[0013] Erreicht werden diese Vorteile dadurch, dass bewußt die Eigenschaft der Verkabelung zum Beispiel von Gebäuden als Antennen-Array und damit die Luft neben einer an sich gewünschten Powerline-Strecke als Übertragungsweg für eine kurze Zeitspanne genutzt wird, um das Erkennen von Kommunikationspartnern sicherzustellen.

[0014] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0015] Danach wird auf der einen Seite eine maximal mögliche Abstrahlung herbeigeführt und auf der anderen Seite die Zeitdauer dieser maximal möglichen Abstrahlung möglichst kurz gehalten.

[0016] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

[0017] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines gemäß dem Stand der Technik aufgebauten PLC-Systems, in dem die PLC-Geräte mit einer symmetrischen Signal-Übertragung arbeiten,

[0018] Fig. 2 eine erste schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen PLC-Systems, in dem die PLC-Geräte mit einer asymmetrischen Signal-Übertragung arbeiten, und

[0019] Fig. 3 eine zweite schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen PLC-Systems, in dem die PLC-Geräte mit einer asymmetrischen Signal-Übertragung arbeiten.

[0020] Das in der Fig. 1 schematisch dargestellte PLC-System weist ein allgemein als Generator G dargestelltes PLC-Gerät, eine Übertragungsstrecke ÜS und ein zweites allgemein als Empfänger B dargestelltes PLC-Gerät auf. Die Übertragungsstrecke ÜS umfasst in der Fig. 1 lediglich die unbedingt notwendigen Netzleitungen eines zu den PLC-Geräten gehörenden Stromversorgungsnetzes auf, nämlich eine Phasen führende Netzleitung und eine Rückleitung. Die strommäßige Anschaltung der besagten Netzleitungen ist in der Fig. 1 nicht näher dargestellt. In der Figur ist die prinzipielle signaltechnische Anschaltung gezeigt, mit der gemäß der Fig. 1 das erste PLC-Gerät die PLC-Signale auf die Netzleitungen einkoppelt und mit der das zweite PLC-Gerät die vom ersten PLC-Gerät eingekoppelten PLC-Signale auskoppelt.

[0021] Die Einkopplung der vom ersten PLC-Gerät generierten PLC-Signale erfolgt technisch in symmetrischer Weise, das heißt, die PLC-Signale werden gleichzeitig auf die beiden in der Fig. 1 vorhandenen Netzleitungen eingekoppelt mit der Maßgabe, dass die PLC-Signale auf der einen Netzleitung gegenüber den PLC-Signalen auf der anderen Netzleitung um 180 Grad phasenverschoben eingekoppelt werden.

[0022] Dieser angesprochene Sachverhalt ist in der Fig. 1 mit den beiden Übertragungskennlinien ÜK1 und ÜK2 schematisch dargestellt. In diesem Fall heben sich die elektromagnetischen Wirkungen der Signale auf den beiden Leitungen auf und es entsteht im Idealfall ein Common-mode-Strom der Größe null. Ist ein Common-mode-Strom nicht vorhanden, erfolgt keine Signalabstrahlung auf den Leitungen. Die Signale werden rein auf den Leitungen übertragen. Das Leitungssystem weist für die Signalübertragung eine Dämpfung auf, die mitbestimmend dafür ist, ob ein von einem sendenden PLC-Gerät weiter entfernt angeordnetes PLC-Gerät die vom sendenden Gerät gesendeten PLC-Signale noch erkennen kann. Je größer diese Impedanz ist, um so wahrscheinlicher ist es, dass das empfangende PLC-Gerät diese Signale nicht mehr erkennt.

[0023] In den Fig. 2 und 3 sind jeweils ähnliche PLC-Systeme gezeigt. In den Fig. 2 und 3 sind die jeweilige Übertragungsstrecke nicht mehr besonders herausgestellt worden. Dafür ist eine jeweilige sogenannte Coupling-Unit gezeigt, mit der die nunmehr jeweils mit PLC-Unit bezeichneten ersten PLC-Geräte an das jeweils zugehörige Netzleitungssystem zur Stromversorgung und Signalübertragung angeschlossen sind. Die Coupling-Units trennen die jeweiligen PLC-Geräte galvanisch vom jeweiligen Netzleitungssystem, das in den Fig. 2 und 3 mit den Leitern P für die Phase führende Netzleitung, N für die rückleitende Netzleitung und PE für die Schutzleitung versinnbildlicht ist.

[0024] Die Besonderheit der Anordnungen gemäß der Fig. 2 und 3 ist der Umstand, dass die jeweiligen PLC-Geräte bzw. PLC-Units mit einer Steuerung STRG gekoppelt sind. Mit Hilfe der Steuerung STRG sind die jeweiligen PLC-Geräte in der Lage, gezielt zu vorgegebenen Zeiten eine ihrer Netzleitungen auf ein konstantes gewähltes Bezugspotential zu legen. In den Fig. 2 und 3 ist dieses Bezugspotential beispielhaft mit dem Massepunkt bzw. Erdleiter realisiert.

[0025] Gemäß der Fig. 2 wirkt die Steuerung STRG nach der Coupling-Unit, während sie gemäß der Fig. 3 vor der Coupling-Unit wirkt. Entscheidend ist einzig und allein der Umstand, dass ein Netzleiter des Stromversorgungssystems und damit des Signalübertragungssystems gesteuert von dem betreffenden PLC-Gerät von der Signalübertragung in einem vorgegebenen Umfang ausgenommen wird. Je nach dem, in welchem Umfang die betreffende Netzleitung von der Signalübertragung ausgenommen wird, tritt zwischen den Netzleitungen ein Common-mode-Strom auf, der bis zu einem Maximum ansteigen kann. Der Common-mode-Strom erhält ein Maximum, wenn auf der einen Netzleitung kein PLC-Signal und auf der anderen Netzleitung das leistungsstärkste PLC-Signal übertragen wird. Im Vergleich zur symmetrischen Signalübertragung kann diese Art der Signalübertragung als asymmetrische Signalübertragung angesehen werden.

[0026] Je nach Größe des Common-mode-Stroms wirkt das Netzleitungssystem als Antennen-Array und strahlt die PLC-Signale ab. Gleichzeitig stellt das Netzleitungssystem aber auch einen Empfänger dar, so dass die abgestrahlten PLC-Signale wieder eingekoppelt werden. Für ein Empfänger-PLC-Gerät bedeutet dies letztlich, dass die Impedanz für die Signalübertragung reduziert ist, weil die PLC-Signale wenigstens in einem Teilbereich der Gesamtstrecke über die Luft übertragen werden, die eine Übertragungsstrecke mit geringer Impedanz darstellt.

[0027] Diesen Umstand nützen die Anordnungen gemäß der Fig. 2 und 3 dazu aus, wenigstens in der Initialisierungsphase einer Signalübertragung die Impedanz für die Signalübertragung herabzusetzen, um dadurch ansonsten schwer erreichbare Empfänger-Geräte initialisieren zu können. Haben sich die betreffenden Geräte gegenseitig erkannt, kann auf die Methode der symmetrischen Signalübertragung zurückgeschaltet werden, um dadurch eine an sich nicht gewollte Abstrahlung von den Netzleitungen zu minimieren. Die weitere Signalübertragung kann mit robusten Übertragungsverfahren erfolgen, auf die sich die PLC-Geräte in der Initialisierungsphase möglicherweise geeinigt haben.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Systemsynchronisation von PLC-Systemen in der Weise, dass sich die einem zu synchronisierenden PLC-System angehörenden PLC-Geräte so weit gegenseitig initialisieren, dass nachfolgend ein Datenaustausch zwischen den betreffenden PLC-Gerä-

ten durchführbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Durchführung zumindest der Startphase der Synchronisation von den an einem zu synchronisierenden PLC-System beteiligten PLC-Geräten ein Übertragungsmodus eingeschaltet wird, in dem in einer asymmetrischen Weise auf den Netzleitungen des zugehörigen Stromversorgungssystems PLC-Signal generiert werden und dass spätestens nach der Durchführung der Synchronisation des PLC-Systems von den an dem zu synchronisierenden PLC-System beteiligten PLC-Geräten ein symmetrischer Übertragungsmodus eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die asymmetrische Generierung von PLC-Signalen in der Weise durchgeführt wird, dass sich zwischen den Netzleitungen des Stromversorgungssystems ein maximaler Common-mode-Strom einstellt.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG 1

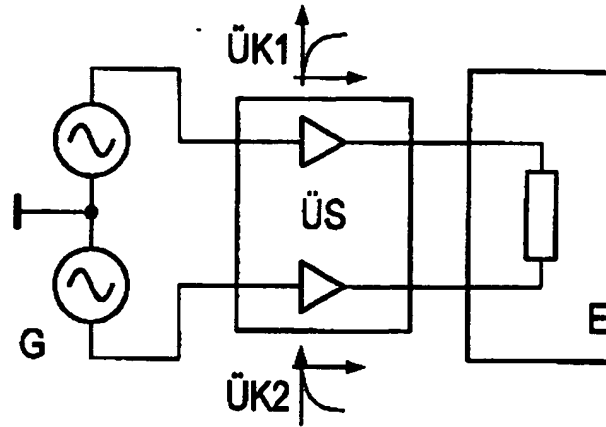


FIG 2

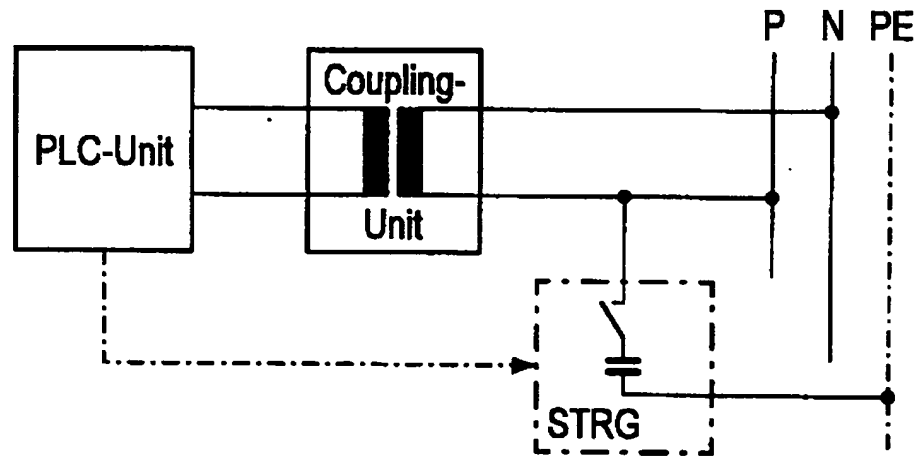


FIG 3

